



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CAMPUS ARARANGUÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE FISIOTERAPIA

Ana Júlia da Silva e Larissa Oliveira Silva

**A pele tatuada pode alterar a percepção sensitiva cutânea durante a aplicação
de fotobiomodulação?**

Araranguá
2023

Ana Júlia da Silva e Larissa Oliveira Silva

A pele tatuada pode alterar a percepção sensitiva cutânea durante a aplicação de fotobiomodulação?

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de fisioterapia do Campus Araranguá da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Marcio Marcolino

Araranguá

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

da Silva, Ana Júlia

A pele tatuada pode alterar a percepção sensitiva cutânea durante a aplicação de fotobiomodulação? / Ana Júlia da Silva, Larissa Oliveira Silva ; orientador, Alexandre Marcio Marcolino, 2023.

46 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Graduação em Fisioterapia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Fisioterapia. 2. Fisioterapia. 3. Tatuagem. 4. Fotobiomodulação. 5. Percepção sensitiva. I. Silva, Larissa Oliveira. II. Marcolino, Alexandre Marcio. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Fisioterapia. IV. Título.

Ana Júlia da Silva e Larissa Oliveira Silva

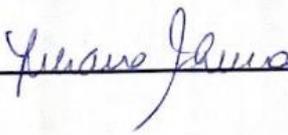
A pele tatuada pode alterar a percepção sensitiva cutânea durante a aplicação de fotobiomodulação?

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia e aprovado em sua forma final pelo Curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Local Araranguá, 13 de novembro de 2023.



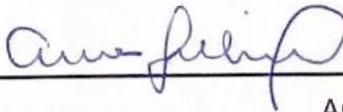
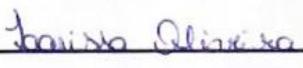
Prof. Alexandre Marcio Marcolino



Juliana Scholtão Luna



Vitor Kinoshita Souza

Ana Júlia da Silva e Larissa Oliveira Silva

Araranguá, 2023.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão a todas as pessoas que tornaram possível a realização deste trabalho e que estiveram ao nosso lado ao longo desta jornada acadêmica. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha dedicada parceira de trabalho, Larissa. Sua contribuição, comprometimento e apoio foram fundamentais para o sucesso deste projeto. Juntas, superamos desafios e conquistamos metas, e por isso, sou imensamente grata pela parceria. Em segundo lugar, eu (Larissa Oliveira) tenho profunda gratidão a minha parceira Ana, por toda ajuda e apoio demonstrado ao longo desse período, por ter feito essa trajetória se tornar mais leve com os obstáculos encontrados. Gostaríamos também de agradecer:

Às nossas amigas Brenda e Karla, que estiveram presentes não só nos momentos de descontração, mas também nos momentos desafiadores desta jornada. O incentivo, o apoio e a compreensão que demonstraram foram essenciais para manter o equilíbrio entre estudos e momentos de lazer.

Às nossas famílias. Vocês se fizeram presente, mesmo estando longe e apesar de não poderem testemunhar pessoalmente nossos momentos de tensão e superação, a força e apoio que transmitiram à distância foram um esteio crucial.

Ao nosso orientador, prof. Alexandre, pelo seu tempo, orientação, sabedoria e paciência ao nos guiar na construção deste trabalho. Sua orientação foi crucial para a consolidação das ideias e o aprimoramento deste estudo.

Aos participantes da pesquisa, cuja colaboração e disposição foram fundamentais para a coleta de dados e o desenvolvimento deste estudo. Sem a participação de vocês, este trabalho não seria possível. Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram, apoiaram e incentivaram durante esta jornada.

A todos vocês, o nosso mais sincero obrigado. Este trabalho não seria o mesmo sem o valioso apoio e contribuição de cada um de vocês.

RESUMO

Introdução: A pele é o maior órgão do corpo humano, e tem algumas funções importantes como: proteger e isolar as estruturas internas do meio externo. Ela é composta por três camadas: epiderme, derme e hipoderme, cada uma com funções específicas. Durante a técnica de tatuagem, pigmentos são depositados na derme através de agulhas. Estudos anteriores relataram que as tatuagens são absorvidas pelo corpo, podendo deslocar-se através do sistema sanguíneo e linfático, e que o que sobra desta pigmentação é o que realmente consiste na visualização da tatuagem. A fotobiomodulação é uma técnica que utiliza lasers de baixa intensidade para estimular processos celulares e promover efeitos terapêuticos na pele. No entanto, ainda não se sabe se a presença de tatuagens na pele pode influenciar a percepção sensitiva durante a fotobiomodulação. Este estudo pretende preencher/contribuir essa lacuna de conhecimento, analisando o autorrelato dos indivíduos durante a aplicação da fotobiomodulação em áreas tatuadas. **Objetivo:** Este estudo tem como objetivo identificar se a pele com tatuagem influencia na percepção sensitiva cutânea durante a aplicação da fotobiomodulação. **Métodos:** Estudo analítico experimental de caráter transversal que seguirá as recomendações STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*). Foram incluídos no estudo 30 participantes, de fototipos de pele alternados entre Tipo I e VI que possuíssem tatuagem em alguma região do corpo, sendo prioritariamente em membros superiores. A coleta de dados foi realizada em laboratório climatizado e ocorreu por avaliador previamente treinado. Foi realizada a aplicação de 4 modos de irradiação sobre a pele dos participantes e analisadas quais seriam as percepções sensitivas apresentadas por eles, sendo os resultados organizados e dispostos em tabelas. **Resultados:** As intervenções realizadas mostraram diferenças estatisticamente relevantes na comparação de grupos de aplicação de diferentes modos em relação ao tempo de intervenção com o modelo placebo; um modo de irradiação com oito feixes de luz demonstrou a maior variação de temperatura, com um máximo de 1,5° entre pré e pós-intervenção; as principais manifestações dos participantes do estudo foram: aquecimento, formigamento e agulhada. **Conclusão:** Com a amostra avaliada podemos observar que as tatuagens podem influenciar na capacidade de percepção sensitiva cutânea durante a irradiação da fotobiomodulação em todos os modos de aplicação (vermelho infravermelho; vermelho-infravermelho). No entanto, faz-se necessário mais estudos na área para melhor prescrição de dosagem desta terapia em indivíduos tatuados.

Palavras-chave: Fotobiomodulação; Pele; Tatuagem; Laser de baixa intensidade.

ABSTRACT

Introduction: The skin is the largest organ in the human body and serves crucial functions such as protecting and insulating internal structures from the external environment. It consists of three layers: epidermis, dermis, and hypodermis, each with specific functions. During tattooing, pigments are deposited into the dermis using needles. Previous studies have reported that tattoos are absorbed by the body, potentially moving through the bloodstream and lymphatic system, with the remaining pigmentation being what visually constitutes the tattoo. Photobiomodulation is a technique that employs low-intensity lasers to stimulate cellular processes and induce therapeutic effects on the skin. However, it remains unclear whether the presence of tattoos on the skin can influence sensory perception during photobiomodulation. This study aims to fill/contribute to this knowledge gap by analyzing individuals' self-reports during the application of photobiomodulation on tattooed areas. **Objective:** This study aims to identify whether tattooed skin influences cutaneous sensory perception during photobiomodulation application. **Methods:** An experimental analytical study with a cross-sectional nature following STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) guidelines. The study included 30 participants with alternating skin phototypes between Type I and VI, possessing tattoos in some body regions, primarily on the upper limbs. Data collection occurred in a controlled laboratory environment, conducted by a previously trained evaluator. Four modes of irradiation were applied to participants' skin, and the sensory perceptions presented by them were analyzed, with results organized and presented in tables. **Results:** The interventions demonstrated statistically significant differences when comparing different application mode groups concerning intervention time with the placebo model. One mode of irradiation using eight beams of light showed the highest temperature variation, with a maximum of 1.5°C between pre and post-intervention. The primary manifestations reported by study participants were warmth, tingling, and pricking. **Conclusion:** From the assessed sample, it is evident that tattoos may influence the cutaneous sensory perception during photobiomodulation irradiation in all application modes (red; infrared; red-infrared). However, further studies in this field are necessary for a better prescription of dosage for this therapy in tattooed individuals.

Keywords: Photobiomodulation; Skin; Tattoo; Low-level Laser Therapy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico demonstrativo de tempo vs modo de aplicação **Erro!** **Indicador**
não definido.

Figura 2 - Descrição do relato dos participantes. 27

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Análises sobre manifestações cutâneas ao irradiar os 30 voluntários com os 8 feixes simultaneamente (infravermelhos e vermelhos) do equipamento. | 29 |
| Tabela 2 - Análises sobre manifestações cutâneas dos 4 feixes vermelhos do equipamento. | 31 |
| Tabela 3 - Análises sobre manifestações cutâneas dos 4 feixes infravermelhos do equipamento. | 33 |
| Tabela 4 - Análises sobre manifestações cutâneas dos 8 feixes desligados do equipamento. | 35 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------|---|
| UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina |
| FBM | Fotobiomodulação |
| LEDs | <i>Light-Emitting Diode</i> (Luz Emissora de Diodo) |
| LLLT | <i>Low Level Light</i> |

SUMÁRIO

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 17 |
| 1.1 | OBJETIVOS GERAIS | 19 |
| 1.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 19 |
| 1.3 | HIPÓTESE | 19 |
| 2 | MÉTODOS..... | 20 |
| 2.1 | DESENHO DO ESTUDO | 20 |
| 2.1.1 | Local do estudo..... | 20 |
| 2.1.2 | População do estudo..... | 20 |
| 2.1.3 | Crítérios de Inclusão e Exclusão | 21 |
| 2.1.4 | Variáveis..... | 21 |
| 2.2 | INSTRUMENTOS DA PESQUISA | 22 |
| 2.2.1 | Analisador de Fototipo Digital | 22 |
| 2.2.2 | Termômetro Digital | 22 |
| 2.2.3 | Fotobiomodulação | 22 |
| 2.3 | PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS..... | 22 |
| 3 | ASPÉCTOS ÉTICOS | 24 |
| 4 | BENEFÍCIOS E RISCOS | 25 |
| 5 | ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 26 |
| 6 | RESULTADOS | 26 |
| 7 | DISCUSSÃO..... | 37 |
| 8 | CONCLUSÃO:..... | 40 |
| | Referências..... | 41 |
| | Apêncide A..... | 44 |

1. INTRODUÇÃO

O maior órgão do corpo humano é a pele que compreende a aproximadamente 16% do peso corporal, exercendo a função essencial de isolar e proteger as estruturas internas do ambiente externo (Bernado et al.,2019). A pele humana é composta por três camadas, a mais superficial é chamada de epiderme (ou camada superior), a camada intermediária é conhecida como derme e a hipoderme é a camada mais profunda (Alves et al., 2016). Todas estas camadas têm funções e particularidades específicas individualizadas, como por exemplo: termorregulação, sensibilidade, proteção contra agressões químicas, físicas ou biológicas e proteção imunológica (Petri et al., 2009).

A camada intermediária, é chamada de Derme, ela é subdividida em derme papilar, sendo a camada mais externa que é constituída por tecido conjuntivo frouxo e a derme reticular, sendo a camada mais interna que é composta por tecido conjuntivo denso não modelado. Dentre as células existentes na derme os fibroblastos são os mais abundantes, são responsáveis direto pela produção de fibras colágenas e indiretamente pelas elásticas, e da substância fundamental (Petri, 2009; Junqueira e Carneiro, 2011).

Durante a técnica de tatuagem, são utilizadas agulhas sólidas que são capazes de perfurar a epiderme e a derme. As tatuagens são realizadas como uma forma de expressão de arte corporal, onde é feita a pigmentação da pele, mais especificamente na camada da derme da pele (Baumler et al., 2015). O corpo absorve cerca de trinta por cento do pigmento da tatuagem, por meio dos macrófagos dérmicos, as partículas são capazes de se deslocar pelos sistemas sanguíneo e linfáticos após a fagocitose (Kawamoto et al., 2018).

Um estudo (Grandinetti et al., 2015), utilizou um cluster com diferentes comprimentos de ondas da FBM, laser superpulsado (905 nm) e os LEDs 640 nm e 875 nm, com potência de 0,31 mW, 15 mW, e 17,5 mW, respectivamente, com quatro tipos de aplicação sendo o placebo com 0 J (60 s); 10 J (76 s); 30 J (228 s); e 50 J (380 s). O objetivo deste estudo foi observar a alteração térmica nas diferentes tonalidades de pele de participantes saudáveis sem tatuagem, seguindo a classificação da escala Fitzpatrick para diferentes fototipos de peles, sendo tipo I pele muito clara indo até tipo V que é a pele que apresenta mais densidade de

melanina. Porém, os autores descreveram que com o equipamento utilizado não houve influência na percepção térmica na pele humana saudável.

A pele pode sofrer várias agressões, podemos salientar as feridas, queimaduras e podemos evidenciar as tatuagens. Essas agressões são comumente pesquisadas com diferentes objetivos, tais como: feridas abertas, lesões por pressão e queimaduras que buscamos a melhora das lesões (Ketlyn et al., 2020; Neves et al., 2017; Rahman et al., 2021; Hamblin, 2018; Vieceli et al., 2022). A literatura apresenta que os equipamentos de baixa intensidade, Lasers da classe 3B, são comumente utilizados com o propósito terapêutico das lesões cutâneas. A maioria dos estudos que apresentam o uso do Laser em tatuagens utilizam os equipamentos da Classe IV que tem o intuito de atuar na retirada das tatuagens (Engel et al., 2009).

Milhares de pessoas são tatuadas anualmente, porém a maioria dos estudos demonstram a utilização do FBM com o objetivo de remoção do pigmento (Du, et al., 2022). Diversas pesquisas demonstram um alto índice de pessoas tatuadas nos diferentes segmentos do corpo humano, há diferentes tipos de pigmentação que são utilizadas nas tatuagens e todas elas são englobadas pelos macrófagos e mantidas na derme (Baumler et al., 2015). Mesmo com esse alto índice de pessoas tatuadas ainda não temos o conhecimento da influência das tatuagens em relação a percepção sensitiva da pele tatuada durante a irradiação da fotobiomodulação.

Levando em consideração a abordagem desses pacientes na prática clínica torna-se necessário o entendimento da aplicação da FBM na pele tatuada. Tendo em vista o alto índice de pessoas tatuadas (Heywood et al., 2012), e das alterações que essa pigmentação faz sobre a camada derme da pele, e de pessoas que buscam/precisam do tratamento fisioterapêutico, se faz necessário o entendimento dos efeitos da Fotobiomodulação sobre essa região tatuada. Pois até então sabe-se apenas dos efeitos benéficos que o laser pode gerar, sendo capaz de promover o aumento do metabolismo celular que auxilia na diminuição da dor, regeneração tecidual, maior eficiência na cicatrização, entre outros efeitos (Bjordal et al., 2006).

De acordo com o que foi exposto acima, e levando em consideração a incidência de pessoas tatuadas atualmente, e a falta de conhecimento sobre este tema, foi elaborada a seguinte pergunta de pesquisa: “A pele tatuada pode alterar a percepção sensitiva cutânea durante a aplicação de fotobiomodulação”. Este trabalho tem o intuito de observar se a tatuagem exerce influência no autorrelato dos indivíduos durante a irradiação da fotobiomodulação sobre a pele tatuada.

1.1 OBJETIVOS GERAIS

Observar se a tatuagem exerce influência no autorrelato dos indivíduos durante a irradiação da fotobiomodulação sobre a pele tatuada.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar se os diferentes comprimentos de onda da fotobiomodulação influenciam ou não na percepção sensitiva cutânea;
- Investigar se as diferentes colorações e o tempo da tatuagem influenciam na percepção sensitiva cutânea;
- Indagar se há diferença de temperatura antes e após a aplicação de fotobiomodulação nos participantes.
- Comparar se o tipo de pele segundo a escala Fitzpatrick altera a percepção sensitiva cutânea na pele tatuada.

1.3 HIPÓTESE

Como a hipótese 1 para este estudo, esperamos observar que as tatuagens influenciam na capacidade de percepção sensitiva cutânea durante a aplicação da fotobiomodulação.

2 METÓDOS

2.1 DESENHO DO ESTUDO

Estudo analítico experimental de caráter transversal, submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina, parecer número: 5.993.262 (APÊNDICE A). Este projeto seguiu as recomendações do checklist STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology).

2.1.1 Local do estudo

O estudo foi realizado no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor (LARAL) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no município de Araranguá.

2.1.2 População do estudo

Trata-se de uma amostra por conveniência de 30 participantes, indivíduos maiores de 18 anos de idade, com diferentes fototipos de pele, que apresentavam tatuagem. Todos os participantes do estudo leram e assinaram o TCLE.

Os participantes foram contactados presencialmente dentro da Universidade Federal de Santa Catarina ou realizaram inscrição em formulário digital previamente divulgado através de posters e Flyers que foram divulgados nas redes sociais dos pesquisadores.

Foram incluídos participantes de variados fototipos de pele e não foi realizada discriminação da variável fototipo de pele, sendo assim todos os participantes que se inscreveram para participar do processo de coleta de dados, foram chamados para realizar a entrevista e avaliados enquadrado em critérios de inclusão. Todos os participantes foram submetidos aos quatro modos de forma aleatorizada, sendo eles: Cluster total (luz infravermelha e luz vermelha), apenas luz vermelha, apenas luz infravermelha e placebo (equipamento desligado)

2.1.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos no estudo indivíduos maiores de 18 anos de idade com diferentes fototipos de pele, que apresentassem tatuagem preferencialmente na região de antebraço e que estivessem de acordo e tivessem assinado o TCLE.

Foram excluídos do estudo indivíduos que possuísem diagnóstico confirmado para quaisquer déficits sensoriais e/ou síndromes que afetavam a percepção sensitiva cutânea; que apresentassem reações alérgicas a aplicação de fotobiomodulação; indivíduos que possuíam alguma lesão e/ou cicatriz no local da aplicação e indivíduos que ao responder a entrevista inicial relatassem que sofreram grande exposição solar em até 24 horas precedentes à aplicação da FBM.

2.1.4 Variáveis

Quadro 1 - quadro de variáveis

| NOME | TIPO | NATUREZA | UTILIZAÇÃO |
|-------------------------|--------------|--|---------------------------------|
| Temperatura | Dependente | Quantitativa Contínua | Graus C° |
| Fototipo | Independente | Catégorica Ordinal | Fototipo I, Fototipo II, etc... |
| Tempo de sensibilidade | Dependente | Quantitativa Contínua | Segundos |
| Pigmentação da tatuagem | Independente | Catégorica Nominal | Coloração |
| Tempo da tatuagem | Independente | Quantitativa Contínua | Semanas |
| Percepção | Dependente | Variável Subjetiva Catégorica Ordinal | Sensibilidade |

Fonte: Elaboração do autor (2023)

2.2 INSTRUMENTOS DA PESQUISA

2.2.1 Analisador de Fototipo Digital

O analisador de níveis de melanina da empresa *Skin Up Beauty Devices*® dispara um flash de luz de Wood (LW) de baixo comprimento de onda, o qual retorna da pele e é analisado pelo aparelho conforme a quantidade de pigmentação (melanina) daquela determinada área. A classificação é feita a partir da Escala de Fitzpatrick que se divide em 6 tipos de tonalidade da pele, podendo ser do tipo I que é pele muito clara, até o tipo V que apresenta maior concentração de melanina na pele.

2.2.2 Termômetro Digital

O Instrumento destinado a medir a temperatura do corpo humano provido de dispositivo de máxima e composto de bulbo, ligado a um tubo capilar no interior do qual o líquido termométrico, ao se dilatar, indica na escala do instrumento a temperatura em graus Celsius (°C) (INMETRO, 2011).

2.2.3 Fotobiomodulação

Nos grupos que foram submetidos ao LASER CLUSTER será realizada a FBM utilizando-se o equipamento E-light IRL da DMC® (São Carlos, São Paulo, Brasil). Os seguintes parâmetros serão utilizados: equipamento de cluster de laser de diodo AlGaAs composto por 8 emissores, 4 com comprimento de onda 808 nm (infravermelho) e 4 com 660nm (vermelho), potência 100 mW por emissor, tempo limite de irradiação por ponto será de 100 segundos e área do feixe dos lasers centrais 0,029 cm² e 4 lasers laterais 0,233 cm².

2.3 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Todos os procedimentos foram realizados por um mesmo avaliador que foi treinado para utilizar os equipamentos, e um segundo avaliador (mascarado) realizou a análise estatística. Para iniciar os procedimentos o avaliador 1 ajustou a temperatura do laboratório trinta minutos antes da coleta, temperatura será de $22 \pm 2^{\circ}$ graus,

através do aparelho de ar-condicionado presente no laboratório. A preparação do ambiente onde foi realizada a coleta, faz-se necessária devido às condições externas de temperatura, que podem alterar a percepção sensitiva do participante.

Todos os participantes da pesquisa foram atendidos no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor (LARAL) da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC do campus Araranguá, Mato alto. Foram respeitadas as normas vigentes de biossegurança para o atendimento dos participantes.

Para que as coletas fossem padronizadas foi aplicado uma ficha de avaliação nos participantes no primeiro momento, onde foram questionados os seguintes dados pessoais: idade; sexo; dominância; profissão; peso; altura; doenças pré-existentes, autodeclaração racial; exposição solar nas últimas 24 horas e análise de fototipo com o analisador digital. Também foram feitas perguntas relacionadas a tatuagem como: tempo que realizou, complicações com a cicatrização, histórico de quelóide e colorações da tatuagem.

Após esta etapa de avaliação, o avaliador explicou o procedimento da coleta para o participante, seguindo roteiro para coleta. O voluntário manteve-se sentado em uma cadeira com os pés apoiados no chão e as costas apoiadas no encosto da cadeira, os membros superiores foram mantidos apoiados no suporte (braço) da cadeira, quando a coleta foi realizada em MMSS. Quando a irradiação foi realizada em membros inferiores ou tronco, o voluntário manteve-se deitado na maca. A irradiação foi realizada preferencialmente na região anterior do antebraço dominante de cada voluntário. Porém em alguns voluntários a irradiação foi realizada em outras regiões, como: punho, ombro, bíceps, panturrilha, joelho, escápula ou costela. Além, da explicação do procedimento de irradiação da FBM foi realizada a orientação para que o voluntário levantasse o membro superior contralateral, caso percebesse alguma alteração sensitiva durante a aplicação da FBM.

Antes de qualquer procedimento foi realizada a limpeza da pele com álcool 70% no local que seria irradiada a FBM, e em seguida foi realizada a análise de pigmentação (melanina) por meio do “Analisador de Fototipo Digital” da marca *Skin Up Beauty Devices*® e aferida a temperatura através do “Termômetro Digital”, ambos direcionados no local de aplicação da fotobiomodulação.

Como meio de mascaramento dos participantes para a aplicação da FBM, o participante foi vendado e orientado a colocar os fones de ouvido. Depois disso, o tipo de irradiação da FBM foi sorteado, e após o sorteio dos quatro modos: vermelho, infravermelho, infravermelho/vermelho (todos os probes irradiando) e placebo, foi iniciada a coleta. Durante a aplicação o examinador e o voluntário da pesquisa utilizaram os óculos de proteção específicos que acompanham o equipamento de laser. O equipamento utilizado atendeu as normas técnicas NBR IEC 601.2.22. O tempo limite pré-estabelecido na aplicação foi de 100 segundos (10J) a cada aplicação ou até a manifestação da percepção de sensível relatada pelo participante.

Foi realizada a irradiação na pele tatuada, preferencialmente nas tatuagens dos membros superiores (devido a facilidade de aplicação), a FBM foi utilizada com os quatro modos de aplicação, sendo: Cluster total (luz infravermelha e luz vermelha), apenas luz vermelha, apenas luz infravermelha e placebo (equipamento desligado). Com cerca de 1 cm da pele a ser irradiada foi colocado o equipamento, devido ao formato do aparelho. Antes de cada sessão foi realizada a desinfecção do equipamento de laser com álcool 70% sob fricção, seguindo as normas de biossegurança da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC e recomendações do fabricante.

Imediatamente ao tempo limite ou manifestação de alguma percepção da sensibilidade cutânea, a irradiação foi cessada e foi aferido novamente a temperatura no local da irradiação e questionado ao participante (nos casos em que o participante referiu sensibilidade) o relato do tipo de sensação cutânea e se permanecia após o desligamento do equipamento de FBM. As irradiações de cada modo, foram realizadas com intervalo de 5 minutos entre cada aplicação.

3 ASPÉCTOS ÉTICOS

Esta pesquisa está fundamentada nos princípios éticos, com base na Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde, o qual incorpora sob a ótica do indivíduo e das coletividades, os quatro referenciais básicos da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, entre outros, visando assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade

científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado. Os sujeitos que participaram da pesquisa foram informados sobre os procedimentos realizados, tanto os de avaliação quanto os de intervenção, e após o conhecimento assinaram o TCLE. Ainda, este estudo ofereceu risco mínimo ao indivíduo, e todos foram esclarecidos quanto à possibilidade de declínio da participação a qualquer momento do estudo, não lhe ocasionando nenhum tipo de ônus.

4 BENEFÍCIOS E RISCOS

De acordo com as classes de riscos definidas no Manual para Regularização de Equipamentos Médicos na Anvisa (2021), a fotobiomodulação se enquadra na classe III de risco - alto risco, para lesões oculares, tendo risco mínimo para o tecido cutâneo. Entretanto, a realização dos procedimentos corretos e utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), tais como o uso dos óculos pelo terapeuta e participante garantem a segurança do estudo.

Os sujeitos que participaram da pesquisa foram informados sobre os procedimentos realizados, tanto os de avaliação quanto os de intervenção, e após o conhecimento assinaram o TCLE. Apenas informações imprescindíveis foram coletadas, e para garantir o anonimato do voluntário, foi utilizado código de identificação, minimizando o risco de quebra de sigilo, mesmo de forma não intencional. Ainda, como benefício, apontamos o melhor entendimento sobre a sensação de aquecimento que alguns pacientes tatuados referem durante a intervenção com FBM na prática clínica, e neste contexto busca-se ter embasamento para a explicação aos pacientes durante a prática clínica e futuras pesquisas.

Como a FBM é um equipamento de baixa intensidade, quando aplicado no tecido cutâneo não há risco de queimadura ou grandes desconforto para os voluntários. Não houve nenhum caso que necessitasse de mais atenção, porém se precisasse, o responsável do projeto iria conduzir o voluntário aos cuidados do pronto atendimento da Cidade de Araranguá.

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

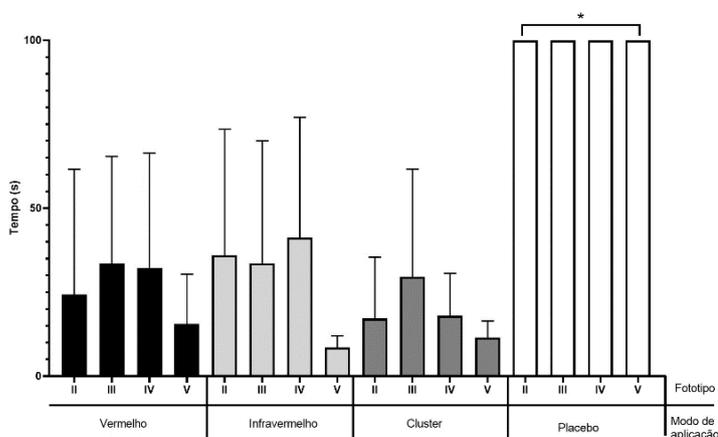
Para a análise estatística será utilizado o software Graphpad Prism 8.0. Foi realizado o teste de normalidade dos dados através do método estatístico Shapiro-Wilk, para a comparação do tempo de manifestação foi utilizado o teste One-Way ANOVA, com alfa de $p < 0,5$ para diferença estatística. Além disso, foi realizada uma análise descritiva dos dados obtidos.

6 RESULTADOS

O presente estudo obteve um número total de 30 participantes e serão dispostos a seguir os resultados obtidos a partir da coleta de dados e análise estatística realizada. Os participantes eram de ambos os sexos, tendo idade média de 22,8 ($\pm 2,31$) anos. Já os fototipos que foram obtidos com o analisador digital foram variados, sendo 6 indivíduos classificados com fototipo de pele II; 16 indivíduos classificados como fototipo de pele III; 6 indivíduos classificados como fototipo de pele do tipo IV e apenas 2 indivíduos com classificação de fototipo de pele V. A média de tempo que os participantes possuíam a tatuagem é de cerca de 40 meses, com base no dia que foi aplicado o questionário, e predominantemente de coloração preta. Grande parte da amostra obtida foi constituída por estudantes do ensino superior.

Os dados referentes às intervenções realizadas estão representados abaixo na figura 1. Os resultados indicaram diferença estatisticamente relevante ($p < 0,05$) na comparação dos grupos de aplicação dos diferentes modos quanto ao tempo das sensações na intervenção com modelo placebo.

Figura SEQ Figura * ARABIC 1 - Gráfico demonstrativo de tempo vs modo de aplicação



Fonte: Próprio autor

O modo com irradiação dos 8 feixes de luz, sendo eles; 4 feixes de luz infravermelhos e 4 feixes de luz vermelhos, estão demonstrados na tabela 1. É possível observar que a variação de temperatura foi de no máximo 1,5 °C entre pré e pós-intervenção, apresentando assim o modo com maior variação de temperatura. Nesta irradiação apenas um participante não manifestou sensibilidade, em contrapartida, 29 participantes relataram ter algum tipo de percepção cutânea. Em relação aos autorrelatos a figura 2 demonstra uma nuvem das diversas palavras que foram relatadas pelos voluntários submetidos a irradiação dos oito feixes de laser.

Foi realizada uma mediana para determinar o tempo médio de aplicação, sendo definido 12 segundos, enquanto para a energia recebida foi em média de 1,2J para iniciar as sensações. Neste modo a variação média de temperatura por fototipo pré e pós-intervenção foram respectivamente; tipo II teve uma variação média de 0,18°C, tipo III 0,1°C, tipo IV 0,26°C e tipo V com variação média de 0,2°C. Sendo assim, definido este modo com menor tempo para iniciar as sensações cutâneas.

Tabela 1 - Análises sobre manifestações cutâneas ao irradiar os 30 voluntários com os 8 feixes simultaneamente (infravermelhos e vermelhos) do equipamento.

| FOTOTIPO | REGIÃO DA APLICAÇÃO: | VARIAÇÃO DE TEMPERATURA (PRÉ E PÓS) | TEMPO DE APLICAÇÃO: | ENERGIA (J) | APRESENTOU SENSIBILIDADE? | COLORAÇÃO | TEMPO DE TATUAGEM (MESES) |
|----------|----------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| II | Antebraço | 0 | 4 | 0,4 | Sim | Preto | 84 |
| II | Punho | 0,4 | 50 | 5 | Sim | Preto | 12 |
| II | Antebraço | 0,2 | 12 | 1,2 | Sim | Preto | 12 |
| II | Antebraço | 0,2 | 27 | 2,7 | Sim | Colorida | 60 |
| II | Antebraço | 0,2 | 6 | 0,6 | Sim | Colorida | 4 |
| II | Antebraço | 0,1 | 4 | 0,4 | Sim | Preto | 36 |
| III | Antebraço | 0,1 | 14 | 1,4 | Sim | Preto | 2 |
| III | Panturrilha | 0,1 | 13 | 1,3 | Sim | Preto | 36 |
| III | Panturrilha | 0 | 33 | 3,3 | Sim | Preto | 60 |
| III | Antebraço | 0 | 10 | 1 | Sim | Preto | 18 |
| III | Joelho | 0,7 | 60 | 6 | Sim | Colorida | 24 |
| III | Bíceps | 0,2 | 18 | 1,8 | Sim | Preto | 60 |
| III | Escapula | 0 | 9 | 0,9 | Sim | Preto | 84 |
| III | Antebraço | 1,0 | 59 | 5,9 | Sim | Preto | 108 |
| III | Antebraço | 0,2 | 7 | 0,7 | Sim | Preto | 72 |
| III | Antebraço | 0,4 | 47 | 4,7 | Sim | Preto | 24 |
| III | Antebraço | 0,1 | 90 | 9 | Sim | Preto | 60 |
| III | Punho | 1,5 | 100 | 10 | Não | Preto | 18 |
| III | Costela | 0,1 | 3 | 0,3 | Sim | Preto | 36 |
| III | Antebraço | 0 | 2 | 0,2 | Sim | Preto | 36 |

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|----|-----|-----|----------|----|
| III | Antebraço | 0 | 2 | 0,2 | Sim | Preto | 24 |
| III | Antebraço | 0,2 | 7 | 0,7 | Sim | Preto | 18 |
| IV | Ombro | 0,1 | 43 | 4,3 | Sim | Preto | 24 |
| IV | Bíceps | 0,1 | 12 | 1,2 | Sim | Preto | 24 |
| IV | Tríceps | 0,3 | 17 | 1,7 | Sim | Preto | 36 |
| IV | Antebraço | 0,7 | 16 | 1,6 | Sim | Preto | 72 |
| IV | Antebraço | 0,2 | 9 | 0,9 | Sim | Preto | 24 |
| IV | Bíceps | 0,2 | 11 | 1,1 | Sim | Preto | 60 |
| V | Antebraço | 0,2 | 15 | 1,5 | Sim | Preto | 60 |
| V | Antebraço | 0,2 | 8 | 0,8 | Sim | Colorida | 36 |

Fonte: Próprio autor

Na tabela apresentada a seguir, é possível observar os dados referente as manifestações que os participantes tiveram após irradiação dos 4 feixes de luz vermelha. As variações de temperatura antes e após a intervenção foi de no máximo 1,1°C. A mediana realizada com base no tempo de aplicação, foi de 21 segundos e energia média de 2,1J nesta modalidade. Apenas dois indivíduos relataram não sentir sensibilidade neste modo de aplicação enquanto 28 indivíduos apresentaram sensibilidade e descreveram essa sensação de diversas formas, como ilustrada na figura 2 disposta acima. A variação média de temperatura por fototipo pré e pós-intervenção foram respectivamente; tipo II teve uma variação média de 0,21°C, tipo III 0,6°C, tipo IV 0,23°C e tipo V com variação média de 0,2°C.

Tabela 2 - Análises sobre manifestações cutâneas dos 4 feixes vermelhos do equipamento.

| FOTOTIPO | REGIÃO DA APLICAÇÃO: | VARIAÇÃO DE TEMPERATURA (PRÉ E PÓS) | TEMPO DE APLICAÇÃO: | ENERGIA (J) | APRESENTOU SENSIBILIDADE? | COLORAÇÃO | TEMPO DE TATUAGEM (MESES) |
|----------|----------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| II | Antebraço | 0 | 9 | 0,9 | Sim | Preto | 84 |
| II | Punho | 1,1 | 100 | 10 | Não | Preto | 12 |
| II | Antebraço | 0 | 14 | 1,4 | Sim | Preto | 12 |
| II | Antebraço | 0,1 | 14 | 1,4 | Sim | Colorida | 60 |
| II | Antebraço | 0 | 4 | 0,4 | Sim | Colorida | 4 |
| II | Antebraço | 0,1 | 5 | 0,5 | Sim | Preto | 36 |
| III | Antebraço | 0,6 | 51 | 5,1 | Sim | Preto | 2 |
| III | Panturrilha | 0,8 | 36 | 3,6 | Sim | Preto | 36 |
| III | Panturrilha | 0,1 | 25 | 2,5 | Sim | Preto | 60 |
| III | Antebraço | 0,2 | 23 | 2,3 | Sim | Preto | 18 |
| III | Joelho | 0 | 8 | 0,8 | Sim | Colorida | 24 |
| III | Bíceps | 0,1 | 20 | 2 | Sim | Preto | 60 |
| III | Escapula | 0,1 | 11 | 1,1 | Sim | Preto | 84 |
| III | Antebraço | 0,4 | 36 | 3,6 | Sim | Preto | 108 |
| III | Antebraço | 0,2 | 21 | 2,1 | Sim | Preto | 72 |
| III | Antebraço | 0,8 | 81 | 8,1 | Sim | Preto | 24 |

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|----------|----|
| III | Antebraço | 0,2 | 94 | 9,4 | Sim | Preto | 60 |
| III | Punho | 0,7 | 100 | 10 | Não | Preto | 18 |
| III | Costela | 0,3 | 4 | 0,4 | Sim | Preto | 36 |
| III | Antebraço | 0,1 | 3 | 0,3 | Sim | Preto | 36 |
| III | Antebraço | 0,1 | 3 | 0,3 | Sim | Preto | 24 |
| III | Antebraço | 0,2 | 21 | 2,1 | Sim | Preto | 18 |
| IV | Ombro | 0,1 | 95 | 10 | Sim | Preto | 24 |
| IV | Bíceps | 0,1 | 22 | 2,2 | Sim | Preto | 24 |
| IV | Tríceps | 0 | 27 | 2,7 | Sim | Preto | 36 |
| IV | Antebraço | 0,8 | 24 | 2,4 | Sim | Preto | 72 |
| IV | Antebraço | 0,1 | 4 | 0,4 | Sim | Preto | 24 |
| IV | Bíceps | 0,3 | 17 | 1,7 | Sim | Preto | 60 |
| V | Antebraço | 0,4 | 26 | 2,6 | Sim | Preto | 60 |
| V | Antebraço | 0 | 5 | 0,5 | Sim | Colorida | 36 |

Fonte: Próprio autor

Os dados apresentados na tabela 3, dizem respeito a intervenção com irradiação dos 4 feixes infravermelhos. A região de aplicação foi predominantemente o antebraço (n=15). A temperatura teve uma variação entre pré irradiação e após irradiação de no máximo 0,7 graus celsius a mais; destacando que foi o integrante que não manifestou sensibilidade. A mediana do tempo de aplicação neste modo foi de 14s enquanto a energia irradiada foi de 1,4J para até que os participantes relataram algum tipo de sensibilidade. Das diversas sensações relatadas, as principais estão retratadas na figura 2. Neste modo a variação média de

temperatura por fototipo pré e pós-intervenção foram respectivamente; tipo II teve uma variação média de 0,26°C, tipo III 0,1°C, tipo IV 0,2°C e tipo V com variação média de 0°C.

Tabela 3 - Análises sobre manifestações cutâneas dos 4 feixes infravermelhos do equipamento.

| FOTOTIPO | REGIÃO DA APLICAÇÃO: | VARIAÇÃO DE TEMPERATURA (PRÉ E PÓS) | TEMPO DE APLICAÇÃO: | ENERGIA (J) | APRESENTOU SENSIBILIDADE? | COLORAÇÃO | TEMPO DE TATUAGEM (MESES) |
|----------|----------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| II | Antebraço | 0,2 | 59 | 5,9 | Sim | Preto | 84 |
| II | Punho | 0,7 | 100 | 10 | Não | Preto | 12 |
| II | Antebraço | 0,2 | 19 | 1,9 | Sim | Preto | 12 |
| II | Antebraço | 0,1 | 31 | 3,1 | Sim | Colorida | 60 |
| II | Antebraço | 0,2 | 4 | 0,4 | Sim | Colorida | 4 |
| II | Antebraço | 0,2 | 3 | 0,3 | Sim | Preto | 36 |
| III | Antebraço | 0,1 | 12 | 1,2 | Sim | Preto | 2 |
| III | Panturrilha | 0,1 | 90 | 9 | Sim | Preto | 36 |
| III | Panturrilha | 0,1 | 14 | 1,4 | Sim | Preto | 60 |
| III | Antebraço | 0 | 7 | 0,7 | Sim | Preto | 18 |
| III | Joelho | 0,1 | 8 | 0,8 | Sim | Colorida | 24 |
| III | Bíceps | 0,2 | 95 | 9,5 | Sim | Preto | 60 |
| III | Escapula | 0,2 | 8 | 0,8 | Sim | Preto | 84 |
| III | Antebraço | 0,4 | 81 | 8,1 | Sim | Preto | 108 |
| III | Antebraço | 0,2 | 28 | 2,8 | Sim | Preto | 72 |
| III | Antebraço | 0,5 | 100 | 10 | Não | Preto | 24 |
| III | Antebraço | 0 | 12 | 1,2 | Sim | Preto | 60 |
| III | Punho | 0 | 31 | 3,1 | Sim | Preto | 18 |

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|----------|----|
| III | Costela | 0,1 | 11 | 1,1 | Sim | Preto | 36 |
| III | Antebraço | 0,2 | 3 | 0,3 | Sim | Preto | 36 |
| III | Antebraço | 0,3 | 4 | 0,4 | Sim | Preto | 24 |
| III | Antebraço | 0,5 | 28 | 2,8 | Sim | Preto | 18 |
| IV | Ombro | 0,6 | 48 | 4,8 | Sim | Preto | 24 |
| IV | Bíceps | 0 | 7 | 0,7 | Sim | Preto | 24 |
| IV | Tríceps | 0,1 | 58 | 5,8 | Sim | Preto | 36 |
| IV | Antebraço | 0,3 | 100 | 10 | Não | Preto | 72 |
| IV | Antebraço | 0 | 5 | 0,5 | Sim | Preto | 24 |
| IV | Bíceps | 0,2 | 30 | 3 | Sim | Preto | 60 |
| V | Antebraço | 0 | 11 | 1,1 | Sim | Preto | 60 |
| V | Antebraço | 0 | 6 | 0,6 | Sim | Colorida | 36 |

Fonte: Próprio autor

Já na aplicação em formato placebo (com o aparelho desligado) disposta abaixo (tabela 4), não houve manifestações e/ou qualquer tipo de percepção sensitiva cutânea relatadas pelos participantes durante esta intervenção, sendo definido 100 segundos para esse modo em todos os participantes. Neste modo a variação média de temperatura por fototipo pré e pós-intervenção foram respectivamente; tipo II teve uma variação média de 0,06°C, tipo III 0,2°C, tipo IV 0,11°C e tipo V com variação média de 0,1°C.

Tabela 4 - Análises sobre manifestações cutâneas dos 8 feixes desligados do equipamento.

| FOTOTIPO | REGIÃO DA APLICAÇÃO: | VARIAÇÃO DE TEMPERATURA. | TEMPO DE APLICAÇÃO: | ENERGIA (J) | APRESENTOU SENSIBILIDADE? | COLORAÇÃO | TEMPO DE TATUAGEM (MESES) |
|----------|----------------------|--------------------------|---------------------|-------------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| II | Antebraço | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 84 |
| II | Punho | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 12 |
| II | Antebraço | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 12 |
| II | Antebraço | 0,2 | 100 | 0 | Não | Colorida | 60 |
| II | Antebraço | 0 | 100 | 0 | Não | Colorida | 4 |
| II | Antebraço | 0,2 | 100 | 0 | Não | Preto | 36 |
| III | Antebraço | 0,2 | 100 | 0 | Não | Preto | 2 |
| III | Panturrilha | 0,2 | 100 | 0 | Não | Preto | 36 |
| III | Panturrilha | 0,1 | 100 | 0 | Não | Preto | 60 |
| III | Antebraço | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 18 |
| III | Joelho | 0 | 100 | 0 | Não | Colorida | 24 |
| III | Bíceps | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 60 |
| III | Escapula | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 84 |
| III | Antebraço | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 108 |
| III | Antebraço | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 72 |
| III | Antebraço | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 24 |
| III | Antebraço | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 60 |
| III | Punho | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 18 |
| III | Costela | 0,1 | 100 | 0 | Não | Preto | 36 |
| III | Antebraço | 0,2 | 100 | 0 | Não | Preto | 36 |
| III | Antebraço | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 24 |

| | | | | | | | |
|-----|-----------|-----|-----|---|-----|----------|----|
| III | Antebraço | 0,1 | 100 | 0 | Não | Preto | 18 |
| IV | Ombro | 0,1 | 100 | 0 | Não | Preto | 24 |
| IV | Bíceps | 0,2 | 100 | 0 | Não | Preto | 24 |
| IV | Tríceps | 0,2 | 100 | 0 | Não | Preto | 36 |
| IV | Antebraço | 0,1 | 100 | 0 | Não | Preto | 72 |
| IV | Antebraço | 0,1 | 100 | 0 | Não | Preto | 24 |
| IV | Bíceps | 0 | 100 | 0 | Não | Preto | 60 |
| V | Antebraço | 0,1 | 100 | 0 | Não | Preto | 60 |
| V | Antebraço | 0,1 | 100 | 0 | Não | Colorida | 36 |

Fonte: Próprio autor

7 DISCUSSÃO

No presente estudo buscamos investigar se as tatuagens podem influenciar na capacidade da percepção sensitiva durante a irradiação da fotobiomodulação nos modos vermelho (660 nm); infravermelho (808 nm) e os dois modos em conjunto. Foram recrutados pacientes saudáveis que não tivessem complicações com a cicatrização da tatuagem, que não apresentassem alterações de sensibilidade e que não tivessem sofrido grande exposição solar precedente a coleta. Para a coleta de dados, foi necessário o uso de um cluster de oito probes, sendo 4 com comprimento de onda 660 nm e os outros quatro com comprimento de onda 808 nm. Assim, nos possibilitou gerar comparações entre os comprimentos de onda, utilizando o mesmo tempo de irradiação, apenas alterando os feixes que estavam irradiando. Neste estudo tivemos como desfecho primário o tempo para a manifestação da percepção térmica, portanto, resultado observamos que independente do fototipo, a tatuagem influencia na percepção térmica da pele.

Como evidenciado no estudo de Jonsen (Jonsen et al., 2011), apesar da grande indicação do uso de FBM na prática clínica, sabe-se que grupos específicos da população tendem a se queixar de desconforto com o dispositivo, principalmente pessoas que apresentam maior densidade de melanina na pele. Quando se diz a respeito da pele tatuada e das peles mais escuras, podem-se associar a tipos semelhantes de sensibilidade gerada, fazendo um comparativo da melanina da pele com o pigmento que é depositado quando realizada uma tatuagem.

Os resultados apresentados com a amostra coletada demonstram que é possível existir alterações na sensibilidade cutânea, principalmente quando os oito feixes estavam ligados de forma simultânea, gerando irradiação dos feixes de luzes vermelho com comprimento de onda de 660nm e infravermelho com comprimento de onda de 808nm. Neste modo de aplicação, houve também maior variação na temperatura cutânea, variando até 1,5 °C, quando avaliamos o pré e pós irradiação. Além disso, através do autorrelato dos participantes foi possível observar que este modo de irradiação foi o que mais manifestou desconforto e aquecimento de forma pontual.

O relato dos participantes referente às queixas de dor e aquecimento foram maiores na intervenção do cluster total, porém em todos os modos com irradiação de luz foi possível observar que houve alterações na sensibilidade. Em relação ao

aumento da temperatura local observamos apenas um modo com alteração menor que 1°, sendo a modalidade com irradiação de luz infravermelha onde a variação foi de 0,7°. Por conta da divergência encontrada na literatura associada a um escasso número de estudos na área, faz-se necessário mais evidências científicas. Assim, explicando a atuação de cada modo na pele, bem como as sensações cutâneas relacionadas ao seu uso, a fim de padronizar os parâmetros para o uso terapêutico em pessoas com tatuagens, evitando maiores desconfortos.

O Instituto de tecnologia de Nova York (Teresa Ingenito et al., 2016) relatou em um estudo de caso de um paciente que se queixava de dores na região do ombro iniciando tratamento com LLLT com emissão de 10J com cluster com emissão de luz de 500mW, em comprimento de onda de 760 a 1000nm. O paciente em questão relatou dor acentuada nos primeiros segundos pós aplicação de 10J, sendo assim a intensidade foi diminuída para 8J e o paciente continuou o tratamento, porém foram observadas bolhas de feridas logo após o uso do laser. É possível relacionar o surgimento de bolha na área de aplicação citada no estudo acima, devido a energia aplicada na irradiação de LLLT e o tempo serem maiores que os utilizados no presente estudo. Sendo a média de energia aplicada neste estudo, de no máximo 1,2J e respeitando os relatos de sensibilidade dos participantes. Por este motivo, é de suma importância o cuidado de terapias com laser sobre a tatuagem para não gerar repercussões negativas. E assim diminuindo as possíveis reações que podem ser geradas pelos sais metálicos que são encontrados na tatuagem, pois esses sais encontrados no pigmento não são oficialmente controlados, dificultando o conhecimento dos compostos orgânicos e químicos presentes (Vasold et al, 2004).

Segundo Hutton (Hutton e Serup., 2014) as tatuagens com pigmentos preto e vermelho são as mais propensas a problemas de fotossensibilidade, as de pigmentação azul também podem apresentar um risco relativo, porém mais incomum quanto as duas primeiras citadas. Por razões físicas as cores mais escuras tendem a absorver mais luz/calor quando comparadas com cores mais claras, sendo o preto a que concentra mais comprimentos de onda da luz visível (Gregório Barbosa de Oliveira. 2013). A composição química, densidade e estrutura do pigmento também são elementos a serem avaliados, pois estes exercem influência direta na absorção da luz (Høgsberg T. 2011). Porém, no presente estudo foi possível observar que independente da coloração da tatuagem a maioria dos voluntários relataram alguma percepção durante a irradiação da FBM, mas, como foram coletados dados de apenas

5 tatuagens coloridas, nos limitou a análise referente as possíveis repercussões que diferentes pigmentos podem gerar na pele.

Não foram encontrados na literatura estudos que relacionassem o tempo da tatuagem com as alterações de sensibilidade ou temperatura durante a aplicação de FBM. A média de tempo da realização das tatuagens dos participantes desta pesquisa foi de cerca de 40 meses, e com base nisto, recomenda-se que sejam realizadas novas pesquisas que investiguem se há relação entre a percepção sensitiva cutânea em peles tatuadas com o tempo da realização da tatuagem na aplicação de FBM.

O intuito do presente estudo em analisar tatuagens dispostas em membros superiores dos participantes foi a facilidade da coleta no laboratório, no entanto com base nos resultados listados nas tabelas acima (tabela 2, 3, 4), observamos que os participantes que apresentaram maior número de manifestações, foram os participantes que tinham tatuagem na região de antebraço, e que, alguns deles que possuíam tatuagem no punho, não manifestaram sinais de sensibilidade nos modos de aplicação vermelho e infravermelho.

Assim, com base nos resultados dispostos acima é possível identificar que as tatuagens podem influenciar na capacidade de percepção sensitiva cutânea durante a aplicação da FBM nos modos vermelho; infravermelho e vermelho/infravermelho juntos, devido ao autorrelato apresentado pelos participantes da pesquisa. Não houve diferenças significativas na alteração da temperatura local aferida após aplicação da FBM, conforme apresentado nas tabelas anteriores, porém grande parte da amostra demonstrou percepção sensitiva térmica (aquecimento e calor).

Neste estudo foram encontradas algumas limitações que englobam a falta de participantes que apresentassem tatuagens de diferentes pigmentações inscritos para participarem da coleta de dados, principalmente de participantes de fototipo de pele I, V e VI. Outra limitação, foi a falta de ferramentas para avaliar a percepção sensitiva dos participantes, sendo assim as variáveis do estudo foram baseadas no autorrelato dos participantes, que estão sujeitos a viés de confirmação.

No entanto ainda que o estudo apresente as limitações citadas acima, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas e estudos na área de fotobiomodulação em pacientes tatuados, pois este recurso tem sido cada vez mais utilizado na prática clínica de fisioterapeutas e faz-se necessário identificar os impactos deste recurso na aplicação da população. Recomenda-se que em futuros estudos sejam realizados a mesma análise com equipamentos com outras potências; participantes com

sobrepeso; tatuagens recentes e tatuagens coloridas. A fim de obter uma melhor análise dos efeitos da FBM em pacientes tatuados.

8 CONCLUSÃO:

Com a amostra avaliada pode-se observar que as tatuagens podem influenciar na capacidade da percepção sensitiva cutânea durante a irradiação da fotobiomodulação nos modos vermelho (660 nm); infravermelho (808 nm) e com os dois comprimentos de onda ao mesmo tempo. Tendo em vista a constante evolução das tecnologias e a possibilidade de dispositivos de FBM com maiores potências, é de suma importância o cuidado durante a prescrição deste agente eletrofísico para que o indivíduo receba uma conduta satisfatória, de forma segura e que não ocasione desconforto, que pode ser gerado pela fotobiomodulação.

REFERÊNCIAS

ALVES, Dalton Gonçalves Lima et al. Estrutura e função da pele. KASHIWABARA, T.

BÄUMLER, Wolfgang; SERUP, Jorgen; KLUGER, Nikolas. Absorption, Distribution, Metabolism and Excretion of Tattoo Colorants and Ingredients in Mouse and Man: The Known and the Unknown. *Tattooed Skin And Health*, [s.l.], p.176-184, 2015. S. Karger AG.

BERNARDO, Ana Flávia Cunha; SANTOS, Kamila dos; SILVA, Débora Parreiras da. Pele: alterações anatômicas e fisiológicas do nascimento à maturidade. *Revista Saúde em foco*, v. 1, n. 11, p. 1221-33, 2019.

BRASIL. Manual Para Regularização de Equipamentos Médicos na Anvisa. 12. ed. Brasília, DF, Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/produtos-para-a-saude/manuais/manual-para-regularizacao-de-equipamentos-medicos-na-anvisa.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2022.

BJORDAL, Jan Magnus et al. Low-level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomed Laser Surg*. 2006.

DAS NEVES, Lais Mara Siqueira et al. Laser photobiomodulation (830 and 660 nm) in mast cells, VEGF, FGF, and CD34 of the musculocutaneous flap in rats submitted to nicotine. *Lasers in medical science*, v. 32, p. 335-341, 2017.

DE OLIVEIRA, Carla Gregório Barbosa; COHEN, Simão; ALVES, Valter. Remoção de tatuagens com laser: revisão de literatura. ***Surgical & Cosmetic Dermatology***, v. 5, n. 4, p. 289-295, 2013.

DU, Xiao-Jie et al. Comparative study of 1064 nm nanosecond, 1064 nm picosecond, 755 nm, and 595 nm lasers for tattoo removal: An essential role by macrophage. *Lasers in Surgery and Medicine*, v. 54, n. 5, p. 737-746, 2022.

EILERS, Steven; BACH, Daniel Q.; GABER, Rikki; BLATT, Hanz; GUEVARA, Yanina; NITSCHKE, Katie; KUNDU, Roopal V.; ROBINSON, June K.. Accuracy of Self-report in Assessing Fitzpatrick Skin Phototypes I Through VI. *Jama Dermatology*, [S.L.], v. 149, n. 11, p. 1289, 1 nov. 2013. American Medical

ENGEL, Eva et al. Tattooing of skin results in transportation and light-induced decomposition of tattoo pigments—a first quantification in vivo using a mouse model. *Experimental dermatology*, v. 19, n. 1, p. 54-60, 2010.

FERREIRA, Júlia Lacet Silva et al. Percepção dolorosa e temperatura cutânea de indivíduos com dor cervical atendidos com fototerapia: ensaio clínico randomizado controlado. 2021.

Gabriella De Paula Marcondes Ferreira Leite, Lais Mara Siqueira Neves, Carlos Alberto Silva, Rinaldo Roberto De Jesus Guirro. Photobiomodulation laser and pulsed electrical field increase the viability of the musculocutaneous flap in diabetic rats. *Lasers in Medical Science*, 2017: 32(3): 641-648.

GRANDINÉTTI, Vanessa dos Santos et al. The thermal impact of phototherapy with concurrent super-pulsed lasers and red and infrared LEDs on human skin. *Lasers in medical science*, v. 30, p. 1575-1581, 2015.

HAMBLIN, Michael R. Mechanisms and mitochondrial redox signaling in photobiomodulation. *Photochemistry and photobiology*, v. 94, n. 2, p. 199-212, 2018.

HENDLER, Ketlyn Germann et al. Comparison of photobiomodulation in the treatment of skin injury with an open wound in mice. *Lasers in Medical Science*, p. 1-10, 2021.

HØGSBERG, T. et al. Tattoo inks in general usage contain nanoparticles. **British Journal of Dermatology**, v. 165, n. 6, p. 1210-1218, 2011.

HUTTON CARLSEN, K.; SERUP, J. Photosensitivity and photodynamic events in black, red and blue tattoos are common: a 'Beach Study'. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, v. 28, n. 2, p. 231-237, 2014.

JOENSEN, Jon et al. The thermal effects of therapeutic lasers with 810 and 904 nm wavelengths on human skin. **Photomedicine and laser surgery**, v. 29, n. 3, p. 145-153, 2011.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. Guanabara-Koogan, 2011.

KHAN, Imran et al. Accelerated burn wound healing with photobiomodulation therapy involves activation of endogenous latent TGF- β 1. *Scientific reports*, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2021.

MELO, Fernando Hess Câmara et al. Estudo comparativo da transmissão da luz, impacto térmico e sensibilidade dolorosa em tendão calcâneo de humanos entre três diferentes dispositivos de terapia de fotobiomodulação disponíveis no mercado. 2020. Tese (Doutorado), Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2020.

PETRI, V. *Dermatologia prática*. Guanabara Koogan, 2009.

SACKS, Tatiana; BARCAUI, Carlos. Laser e luz pulsada de alta energia: indução e tratamento de reações alérgicas relacionadas a tatuagens. *Anais brasileiros de dermatologia*, v. 79, p. 709-714, 2004.

SANT'ANNA, A. L. G. et al. Protocolo para avaliação e tratamento em feridas utilizando o laser de baixa intensidade: uma proposta. *Revista Univap*, p. 133-144, 2011.

SANTOS, Felipe Jucá dos. Impacto do Biotipo e Fototipo na Variação de Temperatura em Terapias de Fotobiomodulação para lesões cutâneas. 2021.

APÊNDICE A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O FOTOTIPO DE PELE E AS TATUAGENS PODEM ALTERAR A PERCEPÇÃO DE AQUECIMENTO CUTÂNEO DURANTE A APLICAÇÃO DE FOTOBIMODULAÇÃO?

Pesquisador: Alexandre Marcio Marcolino

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 65358122.8.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.993.262

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa de TCC do Acadêmico Adrian Thives de Bona Sartor junto ao Curso de Fisioterapia da UFSC, Campus de Araranguá, orientado pelo Prof. Dr. Alexandre Marcio Marcolino.

Objetivo da Pesquisa:

Segundo os autores, "Identificar se o fototipo de pele (nível de melanina) e a pele com tatuagem influenciam na percepção de aquecimento cutâneo durante a aplicação da fotobiomodulação".

Segundo os autores, os objetivos específicos são:

Relatar o auto relato dos voluntários durante a aplicação de fotobiomodulação dos estudados;

Identificar os diferentes comprimentos de onda da fotobiomodulação influenciam na percepção de aquecimento cutâneo;

Identificar se os diferentes colorações e o tempo da tatuagem influenciam na percepção de aquecimento cutâneo;

Identificar se houve diferença de temperatura antes e após a aplicação de fotobiomodulação nos voluntários.

Correlacionar o aparelho analisador de Fototipo Digital com a Escala de Fitzpatrick.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 5.993.262

Segundo os autores, "É esperado um desconforto mínimo visto que nem a fotobiomodulação, a escala fitzpatrick e o analisador de fototipo oferecem algum grau de risco aos participantes da pesquisa."

Benefícios:

Segundo os autores, "Ao participar desta pesquisa os participantes irão contribuir para a compreensão da possível influência do fototipo de pele e as tatuagens podem alterar a percepção de aquecimento durante a aplicação de fotobiomodulação."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo analítico experimental de caráter transversal a ser realizado no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor (LARAL) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no Campus de Araranguá. Há cartas de anuência e concordância do Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde (CTS) e do LARAL/UFSC.

Segundo os autores, os participantes serão "maiores de 18 anos de idade com diferentes fototipos de pele, com e sem tatuagens. A amostra será pareada na quantidade de voluntários dos diferentes fototipos de pele totalizando 90 voluntários, sendo 15 para cada fototipo de pele, e além disso participaram 30 voluntários com tatuagens".

Segundo os autores, os critérios de inclusão são "indivíduos maiores de 18 anos de idade com diferentes fototipos de pele classificados em seis níveis, de acordo com a escala Fitzpatrick, indivíduos que possuem tatuagens e que tenham assinado o TCLE".

Segundo os autores, os critérios de exclusão são "indivíduos que possuam diagnóstico confirmado para quaisquer déficits sensoriais e/ou síndromes que afetam a sensação de aquecimento cutâneo, reações alérgicas a aplicação de fotobiomodulação e indivíduos que possuam alguma lesão e/ou cicatriz no local da aplicação".

A folha de rosto está assinada pela coordenadora do Curso de Fisioterapia

O cronograma está adequado à tramitação e deliberação da CEPESH/UFSC.

O financiamento é próprio e custo estimado em R\$ 420,00.

A equipe da pesquisa corresponde no projeto e na PB.

Instrumento de coleta de dados: Há descrição dos procedimentos de coleta de dados e de análise estatística.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vítor Lima, nº 222, sala 701
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 5.993.262

| | | | | |
|--|---------------------|------------------------|----------------------------|--------|
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | DeclaracaoLARAL.pdf | 18/11/2022 15:52:34 | Alexandre Marcio Marcolino | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura | DeclaracaoCTS.pdf | 18/11/2022 15:51:54 | Alexandre Marcio Marcolino | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 10 de Abril de 2023

Assinado por:
Nelson Canzian da Silva
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 701
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br